

ZUIXIN JISUANJI FUZHU SHEJI

最新

计算机辅助设计

文福安 编著



北京邮电大学出版社

最新计算机辅助设计

——参数化设计和基于特征的实体造型

Modern Computer Aided Design

Parametric and Feature-based Solid Modeling

文 福 安 编著

Fuan Wen

北京邮电大学出版社

·北京·

内 容 提 要

JS173/09

这是一本实用的反映机械 CAD 系统最新思想和方法的指导书,内容包括机械 CAD 的软硬件选型、人机交互界面、参数化设计、基于特征的实体造型、装配造型、工程图的生成以及工程数据和文件的管理。书中配有大量的插图以便于阅读。本书不仅适合于那些需要掌握高级 CAD 系统的读者,一般的工程技术人员也可以通过本书了解最先进的机械 CAD 系统的概况。本书可作为机械 CAD 及相关课程的教材和参考书。

Abstract

This book is aimed to introduce the advanced techniques and methods of Computer Aided Design (CAD) to the readers. Many content, for instance, Selection for software and hardware of CAD, Interface of human-computer interaction, Parametric design, Feature-based solid modeling, Assembly modeling, Associative drafting, File and date management etc. have been introduced for practical purposes. Plenty of figures are illustrated for better understanding. This book is suitable for the readers who plan to manage the advanced CAD systems. It is also useful for technicians who want to find out the knowledge of the outline of CAD. For graduate and undergraduate students this book can be used as the teaching material on CAD.

图书在版编目(CIP)数据

最新计算机辅助设计/文福安编著. —北京:北京邮电大学出版社,2000.5
ISBN 7-5635-0419-2

I. 最... II. 文... III. 计算机辅助设计 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 19512 号

书 名: 最新计算机辅助设计
编 著: 文福安
责任编辑: 马相平
出版发行: 北京邮电大学出版社出版
发 行: 新华书店北京发行所发行,各地新华书店经销
印 刷: 北京源海印刷厂印刷
开 本: 787 mm × 1 092 mm 1/16
印 张: 14
字 数: 332 千字
版 次: 2000 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 7-5635-0419-2/TP·26
印 数: 3 000 册
定 价: 25.00 元

前 言

计算机在工程上的应用由来已久。随着软硬件技术的不断成熟,市场价格不断下降,计算机辅助设计离我们越来越近了。计算机辅助设计同计算机辅助绘图虽然英文缩写都是 CAD,但其内容有很大的差别。现代计算机辅助设计是基于参数化和特征的实体造型,能够真正带来多、快、好、省的设计,所以它是工业现代化的重要基础。

本书的目的是阐述最新发展的、成熟的计算机辅助设计技术。其适合的读者分三类。一类是已经有一定计算机辅助绘图的基础,如会用 AutoCAD,现在需要进一步学习 Pro/E、I-DEAS 和 MDT 等参数化的、基于特征造型的计算机辅助设计软件的读者,本书提供了这些软件系统所涉及到的重要的思想和方法,可以帮助读者快速地掌握这些软件。第二类读者是技术管理工作人员,通过浏览本书可以了解与计算机辅助设计有关的基本知识,引进机械 CAD 系统应该注意什么问题。第三类读者是 CAD 系统的研制人员,书中的概念和分析对他们有一定的参考价值。

本书的前半部分通俗易懂,后半部分通过大量插图可帮助读者进一步了解计算机辅助设计的秘密。考虑到目前的 CAD 系统在很多重要概念上尚未统一,因此书中很多术语都附加了英文注释。

本书共分 8 章,第 1 章叙述了计算机辅助设计的概念、历史、现状和未来方向。第 2 章主要是针对我国实际论述计算机辅助设计系统、软件、硬件的选型问题。第 3 章叙述现代计算机辅助设计软件的人机交互界面、基本操作方法和帮助系统。第 4 章叙述了参数化设计的思想和方法。第 5 章是基于特征的实体造型。第 6 章是装配造型方法。第 7 章是介绍如何用已经完成的实体造型生成符合国家标准工程图纸。第 8 章简单介绍了计算机辅助设计系统的文件管理和数据交换。其中第 4 章和第 5 章是本书的重点。全书由梁崇高教授悉心审阅,此外刘莉老师和廖启征教授也为本书的初稿提出了许多宝贵意见。在此表示感谢。

还有很多同志为这本书的出版做出了贡献。其中韩魏、赵军祥、朱炜、苏占玖分别为本书的第 5 章、第 4 章、第 3 章的第 3.4 节、第 3.5 节制作了插图。王旭波也为本书提供了部分插图和参考资料。此外,高文平在撰写这本书的过程中参与了本书的录入和排版工作。还有多年来与作者朝夕相处的机器人实验室的全体教师和学生。实验室教授们所承接的国家自然科学基金、“973”、“863”计划项目使作者同时也获得了资助。作者在此对他们表示衷心的感谢!

非常感谢北京邮电大学和原邮电部给读者提供了研究和学习的良好条件!感谢 PTC 公司、Autodesk 公司、HWM 公司等 CAD 软件供应商免费为作者提供了有关的软件和技术支持,使得作者从中获益匪浅!

需要指出的是,计算机辅助设计技术博大而精深,目前正处于迅速发展的时期,很多新的概念和方法层出不穷。作者一直都在不断地学习和探索,以望能够向读者奉献最新

的先进技术和思想。尽管作者付出了很大的努力,但书中的错误和不足之处却在所难免。恳请读者批评指正。作者希望通过这本书能起到抛砖引玉的作用。有兴趣的读者请向作者发送电子邮件,邮件地址为 fawen@bupt.edu.cn。作者将诚恳地与读者共同探讨与本书有关的问题。

作者

1999 年 12 月

目 录

第 1 章 概述

1.1 机械工程与计算机的历史融合	1
1.2 计算机在现代机械工厂中的应用	3
1.2.1 计算机辅助机械设计	3
1.2.2 现代 CAD 系统提供的辅助功能	4
1.3 CAD 展望	6
1.3.1 CAD 的推广和应用	6
1.3.2 CAD 技术的特点	7
1.3.3 CAD 未来的发展方向	8
习 题	10

第 2 章 系统选型

2.1 系统组成	11
2.2 软件选择	13
2.2.1 计算机辅助绘图软件	13
2.2.2 CAD 支撑软件	13
2.2.3 有限元结构分析软件	14
2.2.4 其他应用软件	14
2.2.5 操作系统	15
2.2.6 软件的选择	16
2.3 硬件选择	17
2.3.1 CAD 系统对硬件的基本要求	17
2.3.2 PC 机	20
2.3.3 信息采集设备	29
2.3.4 图形硬拷贝设备	31
2.3.5 工程工作站	32
2.4 系统选型原则	35
习 题	36

第 3 章 人机交互界面

3.1 人与计算机交互的设备	38
3.2 交互界面窗口及控件	38
3.2.1 标题栏	39
3.2.2 图形区	39

3.2.3 字符命令交互区	40
3.2.4 菜单	41
3.2.5 工具条	45
3.2.6 对话框	46
3.2.7 状态栏	48
3.2.8 快捷键	48
3.3 操作命令	49
3.4 观察设计模型的角度	50
3.4.1 三维空间的描述	50
3.4.2 设置观察角度	51
3.4.3 设置透视效果	56
3.5 设置模型的外观	56
3.5.1 常见的显示类型	56
3.5.2 模型的颜色和材料表面特性	59
3.5.3 控制图形的显示质量	60
3.5.4 控制系统的显示性能	62
3.6 设置环境及界面定制	63
3.6.1 设置应用软件的环境	63
3.6.2 图形辅助要素的显示	64
3.6.3 环境设置方法	64
3.6.4 界面定制	64
3.7 获取帮助	65
3.7.1 软件指导手册	65
3.7.2 联机帮助	66
3.7.3 网上在线帮助	66
3.7.4 短期培训	67
3.8 友好用户界面的发展方向	67
习 题	68
第 4 章 参数化设计	
4.1 参数化设计的基本概念	69
4.1.1 用轮廓体现设计思想	69
4.1.2 尺寸驱动	70
4.1.3 变量驱动	71
4.1.4 相互制约	71
4.1.5 合理性检查	72
4.1.6 动态导航	73
4.1.7 结构规划	73
4.1.8 机构原理设计	73

4.1.9 应用和意义	74
4.2 轮廓的草绘	74
4.2.1 轮廓的分类和作用	74
4.2.2 轮廓的草绘	75
4.2.3 草绘轮廓线图	76
4.2.4 编辑轮廓图形	82
4.3 尺寸、约束和关系式	86
4.3.1 尺寸	86
4.3.2 约束	90
4.3.3 关系式	91
4.4 智能设计	95
4.4.1 实体捕捉和动态导航	95
4.4.2 自动识别原则	97
4.4.3 轮廓草绘技巧	98
4.4.4 轮廓草绘禁忌	101
习 题	101
第 5 章 基于特征的实体造型	
5.1 实体造型系统	104
5.1.1 造型系统的发展历程	104
5.1.2 实体模型和实体造型系统	105
5.2 型体及造型过程	107
5.2.1 型体	107
5.2.2 实体造型过程	108
5.2.3 设计模型的分解	109
5.2.4 基于实体造型的工程设计	110
5.3 特征造型	111
5.3.1 特征的定义	111
5.3.2 特征的分类	112
5.3.3 Pro/E 中的特征	113
5.3.4 基于特征的零件造型过程	115
5.4 虚体特征	119
5.4.1 虚平面	120
5.4.2 虚轴线	122
5.4.3 虚点	123
5.4.4 虚曲线	124
5.4.5 坐标系	128
5.5 扫描特征	130
5.5.1 直线扫描	130

5.5.2	回转扫描	131
5.5.3	路径扫描	132
5.5.4	混合扫描	134
5.5.5	薄壁扫描特征	137
5.5.6	高级扫描特征	138
5.5.7	扫描特征综述	140
5.6	辅特征	140
5.6.1	槽和切削	141
5.6.2	孔	141
5.6.3	轴	143
5.6.4	倒圆角	144
5.6.5	倒角	145
5.6.6	颈	147
5.6.7	法兰	147
5.6.8	加强筋	147
5.6.9	壳体	148
5.6.10	管	149
5.6.11	修饰特征	149
5.7	扭曲特征	150
5.8	特征的复制	153
5.8.1	阵列	153
5.8.2	特征拷贝和镜像	157
5.8.3	特征组合	157
5.9	曲面造型	158
5.9.1	曲面生成	158
5.9.2	曲面的编辑	161
5.9.3	使用曲面特征建立实体模型	163
5.10	零件信息	163
5.10.1	位置信息	163
5.10.2	几何信息	164
5.10.3	物理特性	165
习 题		166
第 6 章 装配造型		
6.1	基本装配方法	169
6.1.1	装配造型的基本概念	169
6.1.2	装配约束	170
6.1.3	非参数化装配	175
6.1.4	部件的复制	176

6.1.5 部件的布尔运算	177
6.1.6 在装配过程中生成新的装配要素	179
6.1.7 装配特征	180
6.1.8 装配造型的修改	182
6.2 装配模型的简化表达	183
6.2.1 完全表达	183
6.2.2 排除部件	184
6.2.3 替换部件	184
6.2.4 包封	185
6.2.5 层	185
6.2.6 模型的选择	186
6.3 装配结果显示	186
6.3.1 单个部件的显示类型	186
6.3.2 爆炸图	187
6.3.3 装配信息	187
6.3.4 自顶向下的设计	188
习 题	189
第 7 章 生成工程图	
7.1 工程图的设置	190
7.1.1 图纸管理	191
7.1.2 标准图样	191
7.1.3 比例	192
7.1.4 其他标准的设置	193
7.2 视图	193
7.2.1 视图管理	193
7.2.2 视图类型	194
7.3 图面修饰	201
7.3.1 尺寸标注	201
7.3.2 公差与表面粗糙度	202
7.3.3 注释	203
7.4 生成装配图	204
习 题	204
第 8 章 文件管理与数据交换	
8.1 计算机数据的管理	206
8.2 文件管理	207
8.2.1 新建和打开文件	207
8.2.2 保存文件	208

8.2.3 以不同的文件名或目录保存	208
8.2.4 输出压缩文件	209
8.2.5 删除文件	209
8.2.6 关闭和退出	209
8.3 图形打印输出	210
8.3.1 矢量图形的打印和输出	210
8.3.2 光栅图像的打印和输出	211
8.4 数据交换	211
8.4.1 不同操作系统之间的数据交换	212
8.4.2 三维模型数据之间的交换	212
8.4.3 二维矢量图形之间的交换	212
8.4.4 光栅图像之间的交换	213
习题	213
参考文献	214

第 1 章 概 述

本章简要介绍了计算机在机械工程中应用的历史,计算机辅助机械设计的基本概念和内容,以及计算机辅助机械设计在机械制造业的应用和未来发展方向。

1.1 机械工程与计算机的历史融合

人类对于机械的应用可以上溯至远古时代。现在看上去粗糙简陋的杠杆和辘轳是远古人类在漫长的生产实践中创造出来的。随着人类生产技艺的发展,复杂的机械如木马、弓弩也制作出来了。尽管发明这些机械的能工巧匠及其所采用的设计方法今天已鲜为人知,但是毫无疑问,他们为推动人类文明和生产的发展起到了不可磨灭的作用。

起源于欧洲的工业革命导致了大量机器的发明和制造,同时也创造了一套与此相适应的机械设计理论和方法。这些理论和方法在人类历史发展的长河中起到了巨大的作用,直到今天它们还在一定程度上指导着我们的设计工作。然而在经历了 3 个世纪后,机械设计和制造正悄然发生一次全新的变革。

1943 年底,英国人为了破译德国的密码系统建造了一台叫做“Colossus”的电子计算机。与此同时在美国的康恩(Corn)有几个大学和研究所为了进行高速度的数值计算也在研制计算机。到 1946 年具有真正意义的第一代计算机“ENIAC”诞生了。

1952 年,麻省理工学院(MIT)的伺服机构实验室完成了数控铣床的研究,首先将计算机用于机械制造。当时编制数控带需要相当多的人力和物力,所以以该室 D.T. Ross 为首的小组,研究了用计算机制作数控纸带并取得成功,这可以看作是计算机辅助制造的鼻祖。随后, H.J. Gerber 根据数控加工的原理为波音公司生产了世界上第一台绘图仪。随着使用计算机的经验逐渐增加,人们利用计算机进行复杂的数值计算、非数值计算和事务处理的能力迅速提高,同时开始了“人工智能”的研究。随后人们利用计算机证明了数学定理,进行了语言翻译,解出了几何问题,在下棋中击败了人……

1962 年, D.T. Ross 和机械工程系的 S.A. Coons 合作,开始在机械设计方面探索计算机辅助的可能。Coons 在题为《计算机辅助设计需求纲要》(An Outline of the Requirements for the Computer Aided Design)的报告中,对计算机辅助设计作了如下的描绘:设计者坐在显示器(CRT)前用光笔操作,从概念设计、生产设计直到制造,都通过人机对话方式获得计算机的协助。这在当时只是科学家的梦想,但后来这个梦想逐步变成了现实。

与此同时,另一个具有划时代意义的工作由 MIT 的林肯(Lincoln)研究所完成。I.E. Sutherland 提出了用光笔在显示器上选取、定位图形要素的 Sketch-pad 系统。使用该系统,设计者可以在控制台上对问题及问题的解决直接通信,实现了人机对话式的交互作业。通常要花几周时间的一些工作,在这里只要 10~15 分钟就能完成。他还提出了用不同的层来表示某一工程图的轮廓、剖面线和尺寸。这个系统为交互式图形学和计算机辅助绘

图技术奠定了基础。

汽车工业对计算机辅助设计技术的发明首先做出了响应。美国通用汽车公司和 IBM 公司率先开发了 DAC-1 (Design Augmented by Computer) 系统,用来设计汽车外型与结构。美国洛克希德 (Lockheed) 公司和 IBM 公司联合开发了基于大型计算机的图形增强设计与制造软件包 CADAM 用于设计与绘图,并具有三维结构分析能力。随后计算机辅助绘图、设计、制造、分析技术在英、日、意等国的汽车公司也都获得了广泛的应用,并逐渐扩展到其他部门。

由于早期的计算机非常昂贵,最早使用的计算机辅助绘图、设计、制造、分析系统都是集中式主机型系统。这种系统由一台集中的大型机(或中、小型机)与若干图形终端连接而成,有一个集中的数据库统一管理所有数据。由于各种软件均存储在主机里,一旦主机出现故障将影响所有用户的工作。另一方面,当计算量过大时,系统响应变慢,甚至会出现个别终端等待的现象。

为了减少主机的负荷,不久出现了智能终端型(Intelligent Terminal)系统。这种系统的终端设备采用微机控制。大容量的分析计算、数据库的控制和管理由主机承担。通讯控制、图形处理等由其他处理器承担。

到了 20 世纪 70 年代,出现了将硬件与软件配套交付用户使用的“交钥匙系统”(Turn-Key System),这种系统是在小型机和超级小型机的基础上增加图形处理功能,按分时处理的原则,一台主机可以带几个到几十个终端。这个时期计算机在机械行业得到了广泛的应用。中小企业开始采用计算机辅助绘图、设计、制造、分析技术。

80 年代初期,随着计算机制造技术的发展,所有配套的软硬件都可以集成到一台工作站(Workstation)上。再加上计算机网络的迅速发展,工作站很快取代了“交钥匙系统”。工作站系统可以作为一个独立的单用户系统,到 80 年代中后期就成为计算机辅助绘图、设计、制造、分析的主流系统。

进入 90 年代以来,随着个人计算机(PC)的飞速发展,其性能迅速赶上了 10 年前高档工作站的性能。由于个人计算机的价格低、使用方便,以个人计算机为硬件平台的计算机辅助绘图、设计、制造、分析系统迅速崛起,市场逐步扩大。可以预见,在不久的将来个人计算机将成为计算机辅助设计的主流机型。

因特网(Internet)起源于 60 年代末,兴盛于 90 年代,目前已经把世界上各种类型的计算机如大、中、小型机、工作站和个人计算机连接成一个有机的整体,实现全球范围的资源共享、数据共享和设备共享。利用成熟的 Internet 技术建立企业内部网络(Intranet),从而将计算机辅助绘图、设计、分析、制造和管理系统密切地联系在一起相互协作,已经在各种企业中迅速推广和普及。

计算机技术为机械工业带来了革命性的变革,反过来计算机在机械工业中的应用也推动了计算机技术的迅速发展。新的设备、新的操作系统、新的软件、新的数据交换标准,正在迅速扩大计算机在工业中的应用范围,掀起一场新技术革命的浪潮,成为 20 世纪全球最杰出的工程技术成果。

1.2 计算机在现代机械工厂中的应用

1.2.1 计算机辅助机械设计

在一般的机械产品生产厂,产品的生产过程要经过多个环节,其主要过程如表 1.1 所示。

表 1.1 机械产品的生产过程

过 程	内 容	人工方法	计算机辅助方法
1)外观造型	确定产品外形、色泽	用石膏等做模型	曲面造型
2)结构设计	确定产品机械结构	用作图法或制作木模	实体造型
3)性能分析	零件强、刚度和振动分析	估算或做模型实验	有限元分析
4)工艺编制	制定加工工艺流程	根据经验编制工艺卡片	CAPP
5)工装设计	模具、夹具设计	根据经验设计并反复试验	自动设计和加工模拟
6)机械加工	按要求加工零件	车、铣、磨、刨、钻等	数控加工
7)装配	将零件装配成产品	手工装配	机器人装配
8)检验	检查产品性能是否合格	用各种量具手工测量	自动测量机
9)入库	库房管理	账本、推车	数据库、自动货架

由上表可以看出计算机在很多方面都可以协助人来更好地完成工作,从而进一步实现机械设计自动化(MDA)。到目前为止计算机应用已经渗透到了机械产品生产的各个环节。利用计算机可以进行产品的计算机辅助设计(Computer Aided Design)、计算机辅助绘图(Computer Aided Drawing)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助工程分析(CAE)、计算机辅助工艺规划(CAPP)、产品数据管理(Product Data Management, PDM)、企业资源计划(ERP)等。这些技术一开始是各自独立、平行地开发应用的,因而被称为孤岛技术。由于在技术上和应用上都密切相关,后来在工程实践中这些孤岛技术逐渐结合在一起,为企业带来了更大的经济效益。计算机辅助绘图主要解决机械制图问题,是计算机辅助设计的一个组成部分,其概念比计算机辅助设计要小得多。由于英文 Drawing 和 Design 的缩写同为 D,所以容易造成 CAD 这一概念的混乱。CAD 系统准确地讲是指计算机辅助设计系统,其内容涵盖产品设计的各个方面。把计算机辅助设计和计算机辅助制造集成在一起,称为 CAD/CAM 系统。把计算机辅助工程分析和计算机辅助设计、计算机辅助制造集成在一起,称为 CAD/CAM/CAE 系统。由于机械设计、制造和分析的密切相关,很多 CAD 系统逐渐添加 CAM 和 CAE 的功能,所以习惯上工程界把 CAD/CAM 系统或者 CAD/CAM/CAE 系统仍然叫做 CAD 系统,这样就扩大了 CAD 系统的内涵。企业资源计划 ERP 在制定生产计划、销售计划和采购计划时,需要从 CAD 系统获得产品结构,从计算机辅助工艺规划 CAPP 系统获得制造每个零件的工时和材料定额等基础数据,同时需要产品数据管理 PDM 系统作为集成的桥梁。因此出现了 CAD/CAM/CAPP/ERP/PDM 的集成。这些技术不同程度的集成,可以满足从“甩图板”、构建中小规模 CAD/CAM 系统,到建立企业级

CIMS,实施并行工程等各个层次的需求。

现代计算机辅助设计 (Modern Computer Aided Design) 以机械工业 CAD 应用为核心,是实现机械设计自动化的关键技术。计算机辅助设计是内涵相当丰富的 CIMS 工程的核心内容。

1.2.2 现代 CAD 系统提供的辅助功能

现代 CAD 系统为机械设计和制造提供了丰富的功能,从产品概念设计、详细设计、分析、加工到工程管理,提供了全方位的解决方案和辅助手段,用于产品生产的各个方面。下面介绍一些主要的功能。

1.2.2.1 轮廓的参数化设计

参数化的轮廓及路径的设计方法被称为草绘。所生成的轮廓和路径一般用于零件的实体造型。零件的大部分尺寸是在草绘过程中产生的。这些尺寸在产品设计的各个阶段都能修改。尺寸修改以后,零件的形状将随之改变。设计人员可以在草绘模块中体现自己的设计思想。草绘是先进 CAD 系统的基本功能,草绘与零件造型往往是密不可分的。

1.2.2.2 零件造型

零件造型是指在计算机中建立零件的三维实体模型。设计人员可以根据自己的设想将零件从计算机中逐步“制作”出来。在制作过程中,设计人员可以从各个角度观察具有真实感的零件造型。如果对模型不满意,可以立即修改零件造型。常用的零件可以存储在零件库中,供需要时调用。零件造型能够准确表达零件的形状、尺寸、色泽、体积、重心、表面信息、材料信息等。对已有的零件造型提供方便的管理,以便存储、归档或与其他系统交换数据。先进的 CAD 系统都提供参数化的基于特征的实体造型方法。

1.2.2.3 曲面造型

日常生活用品现在越来越注重人性化的外观设计。在飞机、汽车、轮船的外形设计中则必须提供具有良好的流体动力学特性的曲面,以改善其运动性能。曲面造型提供了在计算机中生成、编辑自由曲线和曲面的方法,比采用石膏造型更快速、更精确、效果更好。曲面造型完成以后可以直接送到零件造型模块中进行零件设计,也可以送到分析系统中分析其流体动力特性。曲面造型有时也可以在设计完成后和在产品出厂前产生供产品宣传使用的仿真图片(效果图)。

1.2.2.4 装配造型

装配造型能够模仿实际的装配过程,生成产品的装配。通过装配造型可以发现由于设计不当在实际装配时可能出现的问题,如间隙过小或过大、零件之间的干涉等。装配造型还能够提供产品的外观效果图和反映装配关系的零件散开分布的爆炸图。对于复杂的产品,装配造型可提供多样的方法提高造型的效率。装配造型还提供了完善的系列化产品的设计方法,如通过更换部分零件来改变一种产品类型。

1.2.2.5 工程图生成

大型 CAD 系统均提供了很强的生成工程图的能力,其目的是生成符合标准的工程图纸。同样是生成工程图纸,计算机辅助设计的工程图生成方法与计算机辅助绘图有很大的差异。先进的 CAD 系统根据零件和装配造型自动生成投影图、辅助图、剖面图和局部

视图,自动标注尺寸,其工程图样与零件造型密切相关。如果改变了图纸中的尺寸,相关零件的造型尺寸也将随之改变,图纸中的线条长度和位置也将反映这种变化,从而保证能够对设计进行快速、一致的修改。

1.2.2.6 数据交换功能

数据交换功能提供与其他设计自动化系统之间的各种标准数据交换。其主要交换标准有 IGES, SET, STEP, DXF 等。交换内容包括二维图形、三维模型、三维线框模型、三维曲面模型、任意形状曲面、光栅图像、特征、表面和公差信息等。数据交换使得利用不同 CAD 系统的优势共同协作完成同一产品的开发成为可能。

1.2.2.7 二次开发

二次开发是 CAD 系统向用户提供的开发工具。由于机械产品的用途多种多样,任何强大的 CAD 系统都不可能向用户提供各种具体产品的完善的解决方案。提供二次开发工具的目的是让用户将自己或者第三方编写的程序集成到 CAD 系统中。大部分 CAD 系统都提供 C 语言的子程序库。利用这些子程序提供的函数和方法可以调用 CAD 系统内部命令,直接存取 CAD 内部数据库。

1.2.2.8 标准件库

大多数 CAD 系统均提供通用标准零件和特征的扩展库。用户可以很方便地选取标准特征或零件,并将它们组合进零件或部件的设计中。

常用的标准零件有方形和六角形螺母、螺栓、普通垫圈、弹簧垫圈、半月销、内六角螺钉、铆钉、开口销等等。

标准特征包括孔、槽、轴、颈、法兰、加强筋、壳、耳、螺纹、通风格栅、管状特征等等。

1.2.2.9 有限元前处理

有限元前处理提供了在现有实体模型和薄壁模型上自动生成有限元网格的能力。也就是说它自动地将实体模型划分成有限元网格,以便进行有限元分析。所有参数化的载荷和边界条件可直接在实体模型上指定,系统根据设定自动生成各种类型的单元。载荷、边界条件和网格都直接与实体模型相关联,并能像设计时一样进行交互式修改。有限元模型确定以后就可以调用有限元分析程序进行分析。

1.2.2.10 有限元后处理

有限元后处理提供了对有限元分析结果的直观显示和输出能力。零件上的应力、应变、应变能等参数的分布可以采用不同色彩的云图、箭头、等值线以静态和动态的方式在实体模型上清楚地表达出来。零件上的应力集中情况、应变情况一目了然。

1.2.2.11 叠层复合材料

叠层复合材料在工程上的应用越来越多,其设计和分析方法比较独特。用户可以设计叠层的顺序、材料纤维方向,定义防止胶结失效的许用应力,评价复合材料的性能。这项功能为开发和利用叠层复合材料提供了极大的便利。

1.2.2.12 注塑模具设计

随着工程塑料的推广应用,注塑模具的设计也越来越多。目前工程上要求模具的设计周期越来越短,这就必须借助注塑模具设计软件。系统根据注塑零件模型能自动生成模具型腔,协助确定分型面的位置,选择模架,确定浇口、浇道的合理位置,根据不同材料

的收缩率补偿修改注塑零件的实体模型,模拟注塑过程,确定合理的注射工艺参数,分析零件的冷凝线和融合线,提高注塑件的质量。

1.2.2.13 数控加工

数控加工功能用于产生加工工序规划、刀路轨迹并能根据加工工序做出时间及成本估计。数控加工能将加工工序规划与设计造型连接起来,任何设计上的修改都能将已做过的生产上的程序和加工过程自动更新,而无需用户专门修正。用户可以采用参数化的方法定义数控刀具路径,进一步对这些信息作后期处理,产生驱动 NC 设备所需的数控编码。

常见的数控加工方式有铣削加工、车削加工、线切割、电火花加工、分步冲裁、钻床加工等。

1.2.2.14 加工过程仿真

加工过程仿真提供图像界面,对铣削加工及钻床加工操作所产生的物料作模拟清除。用户选定的工具会依照预先定义的切削路径移动,用户可以清楚看到物料清除的进度。工件、刀具、夹具及工具路径一目了然。用户可以对工具及夹具进行快速验证及评估,以节省不必要的在昂贵机器上的试验。利用加工过程仿真不仅体现了贵重资源得以节省的好处,亦可以提供一个加工制造的良好方案。

1.2.2.15 钣金设计

钣金件是采用特殊的加工方法加工而成的。用户可建立参数化的钣金件造型,然后进行装配。钣金设计的一个主要功能是钣金件的展平及平板的折弯。系统能自动计算钣金件展开后的尺寸长度,确定最小折弯半径,同时提供了丰富的钣金加工特征。

1.2.2.16 电缆设计

电缆设计模块提供电缆布线设计功能。三维电缆的铺设可以在设计和装配机电装置的同时进行。它还允许用户在机械与电缆空间进行优化设计,自动计算电缆或导线束的长度及材料清单,进行干涉检查,从所铺设的部件中生成三维电缆束布线图。这项功能尤其适合于机电产品的设计。

1.2.2.17 其他功能

大型 CAD 系统所提供的功能模块还很多。有些是为系统服务的,如打印管理,有些则是不同系统提供商的特有功能,如测试数据分析等。鉴于篇幅不再一一叙述了。

1.3 CAD 展望

1.3.1 CAD 的推广和应用

CAD 是 20 世纪全球最杰出的工程技术成果之一,是跨世纪的国家关键技术。因此 CAD 技术的发展与应用水平已成为衡量一个国家工业现代化的重要标志,在一定程度上反映出一个国家的综合实力。图 1.1 是目前 CAD 市场在全球的分布。

推广 CAD 技术是提高产品和工程设计技术水平的一项重大措施,企业在激烈的市场竞争中要想立于不败之地,就必须以新产品为龙头,以 CAD 技术应用为手段,使其转化为